

出國報告（出國類別：研習）

參加亞非農村發展組織
「加強農業部門生產力及獲利之農業工
程技術訓練」計畫-出國報告

服務機關：農田水利處

姓名職稱：楊晁晟技正

派赴國家：印度

出國期間：108年9月15日至10月2日

報告日期：108年12月

摘 要

本計畫為亞非農村發展組織 (African-Asian Rural Development Organization, 簡稱AARDO)在印度農業工程中央研究院(Central Institute of Agricultural Engineering, CIAE, 位於中央邦波帕爾鎮)舉辦「加強農業部門生產力及獲利之農業工程技術訓練 (Training Programme on “Agricultural Engineering Technologies for Enhancing Productivity & Profitability in Agricultural Sector”)」訓練計畫，研習期間相關費用，由亞非農村發展組織提供。

參加該訓練計畫者為行政院農業委員會農田水利處楊晁晟技正，還包含來自埃及 (Reham)、阿曼 (Ahmad)、斯里蘭卡 (Gunathilaka)、馬來西亞 (Zamani、Shahril)、約旦 (Mahmoud)、衣索比亞 (Amsalu)、尚比亞 (Shila) 及突尼西亞 (Rachid) 之學員，合計 10 人。

感謝相關單位提供諮詢與協助，另也非常感謝亞非農村發展組織提供此次機會，彼此意見交流，另外在訓練過程之課程、食宿、日常生活等大小事，提供協助。

目 錄

壹、行程表.....	1
貳、前言及目的.....	3
參、研習過程.....	4
一、組團.....	4
二、學員.....	4
三、研習內容.....	4
肆、心得與建議.....	33

壹、行程表



ICAR-CENTRAL INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING

Nabibagh, Berasia Road, Bhopal-462038

www.ciae.nic.in



Date	Time	Lecture/ Activity	Faculty/ Staff
17/09/19	10:30 - 11:00	Registration, course orientation	Faculty
	11:00-1:00	Inauguration	
	2:00-3:15	CIAE technologies suitable for AARDO countries	Dr. Nachiket Kotwaliwale
	4:30 pm	Institute visit & country presentations from the participants	
18/09/19	10:30 -11:45	Small farm mechanization - Status and prospects in Afro-Asian Countries.	Dr. CR Mehta
	12:00 - 1:15	Improved sowing machines for small farms	Dr. PS Tiwari
	2:15 - 4:45	On-field operation and testing of land preparation and seeding machines	Dr. BM Nandede + Dr. CP Sawant
19/09/19	10:30 -11:45	Land preparation machineries: Selection, operation and safety	Dr. Ajay Roul
	12:00 - 1:15	Small scale harvesting and threshing machineries	Dr. UR Badegaonkar
	2:15 - 4:45	On-field operation and testing of transplanting and inter-culture machines.	Dr. NS Chandel + Dr. Dilip Jat
20/09/19	10:30 -11:45	Plant protection equipment: Selection, operation and safety	Dr. Bikram Jyoti
	12:00 - 1:15	Ergonomical approaches for agricultural machines	Dr. KN Agrawal
	2:15 - 4:45	Field operation and testing of harvesting and threshing machineries	Dr. Manoj Kumar + Er. Rahul Potdar
21/09/19	10:30 -11:45	Animal energy utilization for mechanization of small farms	Dr. M Din
	12:00 - 1:15	Water management in small farms	Dr. Ramadhar Singh

Date	Time	Lecture/ Activity	Faculty/ Staff
	2:15 - 4:45	Micro irrigation system and protected cultivation.	Dr. KVR Rao
22/09/19		Visit to local agricultural machine manufacturing industries	Dr. A Pandhirwar
23/09/19	10:30 -11:45	Conservation agricultural : Theory and Practice	Dr. KP Singh
	12:00 - 1:15	Post-harvest and value addition technologies for cereals, millets, legumes and oilseeds	Dr. Nachiket Kotwaliwale
	2:15 - 4:45	Demonstration of agro processing center, modern dal mill and introduction to post harvest technologies developed by APPD	Dr. SK Chakraborty + Dr. Adinath Kate
24/09/19	10:15 -11:45	Processing of fruits and vegetables	Dr. SK Giri
	12:00 - 1:15	Food safety management: Challenges and regulations	Dr. SD Deshpande
	2:15 - 4:45	Hands on practical on operations of horticultural crop processing technologies and quality evaluation	Dr. SK Chakraborty + Dr. Dilip Pawar
25/09/19	10:30 -11:45	Distribution and storage of food grains in India (FCI, CWC, etc.)	TBD
	12:00 - 1:15	Contemporary food packages and packing materials	Dr. S Mangaraj
	2:15 - 3:15	Nutritional aspects during value addition of foods	Dr. Dipika Murugkar
	3:15 - 4:45	Demonstration of pilot plant of soy milk and Tofu	Dr. SS Deshpande + Dr. Ajesh Kumar
26/09/19	10:30 -11:45	Applications of solar energy for agricultural use	Dr. KC Pandey
	12:00 - 1:15	Harnessing energy from biomass: need, potential, and developments	Dr. Anil Dubey
	2:15 - 4:30	Practical demonstration of energy enclave	Dr. PC Jena + Dr. S Mandal
27/09/19	10:30 -11:45	Manufacturing of agricultural equipment	Dr. VK Bhargava

Date	Time	Lecture/ Activity	Faculty/ Staff
	12:00 - 1:15	National infrastructure for small farm mechanization - impact on developing countries	Dr. Kanchan K Singh
	2:15 - 4:45	Visit to successful custom hiring centers / <i>Yantradoot</i> village	Er. MB Tamhankar
28/09/19		Educational trip	
29/09/19			
30/09/19	10:30 - 11:45	Strategies for marketing of agricultural machineries	Dr. PC Bargale
	12:00 - 1:15	Government strategies for enhancing the agricultural mechanization through support and schemes	Er. Rajiv Choudhary
		Valediction	

貳、前言及目的

亞非農村發展組織(African-Asian Rural Development Organization, 簡稱 AARDO)函邀我國參加 9 月 17 日至 9 月 30 日在印度農業工程中央研究院(Central Institute of Agricultural Engineering, CIAE, 位於中央邦波帕爾鎮)舉辦「加強農業部門生產力及獲利之農業工程技術訓練(Training Programme on “Agricultural Engineering Technologies for Enhancing Productivity & Profitability in Agricultural Sector”)」訓練計畫；該訓練計畫係為亞非農村發展組織提供國際訓練課程之一，其目的在於瞭解印度在農業機械、再生能源、加工食品、農業技術、防制蟲害、職災防護、灌溉排水、儲存技術等技術，藉由技術訓練開發，加強農業部門的生產力，以提高經濟規模，讓農民生計足以改善。

依據我國外交部網站所示，亞非農村發展組織成立於 1962 年，其總部設在印度新德里，其宗旨為消除亞非國家之文盲、飢餓及貧病，並發展農村建設。我國自 1968 年加入亞非農村發展組織為正式會員後，多次獲選為執委國，亦曾擔任大會副主席及聯繫委員會副主席；我國「財團法人國際合作發展基金會」及「國際土地政策研究訓練中心」每年均提供名額給予 AARDO 推薦學員來台參加訓練，交流互動相當密切，我國將持續加強與 AARDO 及其會員國之相關合作計畫，以作出農村發展貢獻。

參、研習過程

一、組團

本次研習課程為亞非農村發展組織(AADRO)聯繫，並委由印度農業工程中央研究院負責教學參訪，本次研習課程共計 14 天課程，研習期間的往返機票、住宿用膳、交通參訪、教材文具等相關花費，皆由亞非農村發展組織提供，其餘預防醫療、意外保險與國內交通等則由研習人員自付。

二、學員

亞非農村發展組織「加強農業部門生產力及獲利之農業工程技術訓練」訓練計畫安排之行程與活動內容，包括起返程，詳如行程表所示；參加該訓練計畫者除楊員以外，還包含來埃及 (Reham)、阿曼 (Ahmad)、斯里蘭卡 (Gunathilaka)、馬來西亞 (Zamani、Shahril)、約旦 (Mahmoud)、衣索比亞(Amsalu)、尚比亞(Shila)及突尼西亞(Rachid)之學員，合計 10 人。



學員與授課講師合照

三、研習內容

本次「加強農業部門生產力及獲利之農業工程技術訓練」訓練計畫主題為：農業機械、再生能源、加工食品、農業技術、防制蟲害、職災防護、灌溉排水、儲存技術等，包含室內研討課程、室外實驗農場參觀、實地操

作等，將就個別主題簡報翻譯摘要說明如下：

課程主題：CIAE TECHNOLOGIES SUITABLE FOR AARDO COUNTRIES

演講者或組織：Nachiket Kotwaliwale (CIAE)

翻譯與摘要：

Bhopal 是印度唯一一所致力於促進農業機械化，提高農業生產力的研究所。減少農業工人的苦差事；在農業中創造和管理能源，節約資源，儘量減少收穫後損失，生產高附加值的優質產品，為農村部門創造就業機會。該研究所的任務包括農業機械化、收穫後食品加工和農業能源管理的研究，以及通過外聯和培訓方案進行人力資源開發和能力建設；農業工程技術的商業化和利用。

研究所通過五個部門組織各種活動（農業機械化、農業能源和電力、灌溉和排水工程、農產品加工和技術轉讓）；四個 AICRP 協調中心（農具與機械、動物能源利用、農業與農業能源、人體工程學與農業安全）；兩個中心（大豆加工和利用卓越中心和農業科學中心，俗稱克裡希·維吉揚·肯德拉-KVK）和一個位於印度南部科因巴托的區域中心。為了解決更廣泛的特定區域技術問題，CIAE 通過四個全印度協調研究專案和兩個聯合研究平臺（CRP）與整個國家聯繫起來。該研究所通過在諸如聯合國亞太經社會-CSAM、AARDO、南盟、美國國際開發署、WAAP 等方案中的傑出活動，在農業機械化領域提供國際領導。

ICAR-CIAE 作為新德里 ICAR-IARIPG 學校的外聯方案，還從事農業工程領域的研究生教學，供全國學生在農業工程三大學科（即農業工程）進行研究生教學；農業機械與電力、農業加工和土壤與水工程。多年來，研究所已開發出多項成功技術。該研究所開發和推廣的一些技術對全國的經濟影響估計為 6.45 億美元/年（4 500 億林第 4500 億美元），每年創造約 20 萬人日。此外，該研究所還說明在全國建立了大約 200 家大豆食品企業，僅在中央邦就有約 2000 個定制招聘中心。該研究所有 93.85 公頃土地用於

研究、辦公和住宅用途。六口開井;八口管井和五個農場池塘是主要的水源。所有水源都通過地下灌溉網連接，灌溉 21 公頃的種植面積和 15 公頃的果園。研究所還設有農業氣象氣象站、設施齊全的旅館和招待所設施，可供約 100 位客人使用。研究所除了擁有強有力的研究和推廣計畫外，還一直為全國提供服務，並具備必要的人力和設施來支援農業機械化工作，並在農業機械化領域具有領導能力。

ICAR-CIAE 開發了各種由動物或機械主要移動器操作的技術，其中許多技術在亞洲和非洲農業界都是有益的。這些機器中有許多在建造上很簡單，因此在農村一級很容易進行採用、操作和維護。這些機器不僅有助於提高容量，而且可確保操作員的安全和舒適，此外，收穫後加工機和技術適用於穀物、小米、豆類、水果和蔬菜的防損失和價值補充。發電裝置和技術不僅有助於生產農場級能源，而且能有效解決作物殘渣的處理問題。這些技術可以說明降低運營成本，提高產量，管理農產品，提高農業的盈利能力。

課程主題：PLANT PROTECTION EQUIPMENT: SELECTION, OPERATION AND SAFETY

演講者或組織：Bikram Jyoti (CIAE)

翻譯與摘要：

消滅或控制危害動植物，對農民生活、植物生態和環境有顯著影響的病蟲害和雜草的科學與實踐，被稱為植物保護。植物保護對消除蟲害威脅、提高作物產量具有重要作用。時間、地點、應用技術和設備對於適當的害蟲管理至關重要。有效的害蟲控制計畫需要深入瞭解害蟲、農藥、配方和應用設備。因此，通過合理選擇設備、掌握害蟲行為知識和熟練的分散方法，可以有針對性地有效地處置植物樹冠上的農藥。確定目標，即害蟲的位置（在樹葉上、樹葉下、根區等），必須徹底洞察害蟲問題。農藥的施用時間將根據害蟲最易發的階段確定，以便採取有效的控制措施。覆蓋和噴霧液滴大小的要求取決於害蟲的流動性和大小。農藥的作用方式、其相對

毒性和其他物理化學性質，有助於確定操作注意事項、攪拌要求等。此外，必須全面瞭解設備，以發展所需的操作技能，選擇和估計在最短時間內處理作物所需的設備數量和類型，並優化設備的使用。上述問題及其解決方案對於有效的害蟲控制計畫是必要的。植物生態學中消滅害蟲、雜草和病害的方法多種多樣，世界各地的研究人員已經嘗試了各種方法來保護作物免受害蟲的攻擊。植物保護金字塔展示了全球農民為控制害蟲而採取的化學、生物和文化做法，本章將只涉及農藥化學分配中使用的噴塗設備（化學方法），其工作原理、選擇和安全措施，以考慮這些植物保護機的運行過程中。因此，已設法收集與用於向預定目標噴灑農藥的化學點膠方法有關的資訊

植物保護是農業生產系統防止農作物病蟲害和雜草害農的重要方面。有各種方法，如機械，生物和化學，以控制害蟲損害作物。化學應用在作物生產系統中廣泛採用病蟲害防治方法。農藥液體的化學分配需要各種設備霧化和將農藥轉移到植物樹冠上。全球有各種化學點膠設備，可滿足上述要求。選擇適當的設備需要深入瞭解害蟲攻擊、殺蟲劑、配方和設備，以便以最佳效率和功效利用它。植物保護設備根據噴霧液霧化到小液滴所需的能量進行分類。根據化學需求，噴塗作業可分為大體積、低體積和超低體積噴塗。在處理和應用農藥時採取安全預防措施的重要性往往被低估。必須努力全面說明安全使用農藥的各個方面，特別是操作噴灑設備和處理化學品的工作人員。農藥安全最重要的一步是正確選擇農藥。首先，必須正確識別害蟲問題。如果害蟲不具有經濟重要性，則無需採取控制措施。一旦確定害蟲造成的經濟損失，可以選擇適當的殺蟲劑和治療方法。應避免購買過量的農藥。因此，本章對植物防護設備的使用、選擇和安全提出了一般標準。

課程主題：CONSERVATION AGRICULTURE: THEORY AND PRACTICE

演講者或組織：K. P. Singh (CIAE)

翻譯與摘要：

保護性農業是一個綜合管理土壤、水和生物資源系統，結合外部投入，以保護自然資源。它與作物生產有關，它努力在不損害環境和投入自然資源的情況下，實現可接受的利潤以及高和持續的生產水準。土壤耕作等干預措施減少到絕對最低限度，使用外部投入，如農用化學品和礦物或有機來源的養分，以最佳水準和數量的方式和數量，不幹擾生物過程。與常規做法相比，保護性耕作在提高效益方面表現更好：成本比（2.0-2.5）和水運行能源（5-26%）。零耕作改善了土壤排水，避免了正常耕作產生的海綿效應。直接播種/種植的效果在提高交通能力、減少長期土壤壓實和減少風和水造成的水土流失方面具有有利作用。它還導致水蒸發減少，土壤中的可用水量增加。

保護性農業對減緩氣候變化的最大貢獻可以從碳固存和在土壤中儲存大氣碳中獲得。平均而言，在潮濕的溫帶條件下，可以捕獲 0.1-0.5 噸/公頃/年的有機碳。對於這種農場設備，如短刀、旋轉刀、旋轉器和無或最小耕作播種機/種植者，需要快樂組合播種機將作物殘留物納入土壤，並在作物殘渣下直接播種/種植，無需耕作。據估計，全球所有農田轉為保護性耕作（CT）每年可吸收 50 億噸碳。碳從大氣中沉入土壤或從大氣到土壤，稱為碳固存。土壤有機碳是土壤品質和可持續糧食生產體系發展的根本。有機碳對土地利用和管理方式的變化高度敏感，如增加耕作、耕作系統、施肥等，導致土壤有機碳減少。土壤含有（風化岩石顆粒和礦物質）和無機（植物、動物、昆蟲和微生物）成分。土壤碳含量可以表示為濃度（%）或庫存（噸/公頃）。體積密度和 C 含量隨土壤深度的增加而增加。土壤每損失一噸碳，大氣中就增加 3.67 噸二氧化碳氣體。相反，土壤有機碳每增加 1 噸/公頃，就相當於從大氣中吸收和從大氣中的溫室氣體中清除的 3.67 噸二氧化碳。

課程主題：LAND PREPARATION MACHINERY: SELECTION, OPERATION AND SAFETY

演講者或組織：Ajay Kumar Roul (CIAE)

翻譯與摘要：

土地準備又稱耕地。耕作是在作物生產系統中對土壤的機械操作。耕作的總體目標是改變土壤的物理、化學和生物特性，為植物的發芽發育提供最佳環境，從而促進生長和產量。耕作的目標包含：

1. 耕作有利於打破木塊，將有機物融入土壤中，殺死雜草，創造更有利的種子床條件。
2. 作物殘渣和農家肥通過耕作的土壤反轉作用融入土壤。
3. 適當的耕作通過增加滲透、減少徑流和增加土壤深度來保持土壤和水分，從而保持水分，從而保持水分。
4. 耕作改善土壤曝氣，有助於微生物的繁殖。

為了實現上述目標，通常執行幾種不同的耕作操作。這些通常分為一級和二級耕作操作。初級耕作通常是深耕，在作物收穫後在不受干擾的土壤中進行耕作作業，以將土壤鬆弛到生深，並為進一步作業做好準備。二次耕作是指在主要耕作後為準備播種床和管理作物而進行的較淺的作業。

除 PTO 操作的旋轉栽培器和動力機外，所有耕作機械均採用拉式。在操作過程中，除了主推動者操作員外，不需要人工交互。因此，安全不是耕作機械的主要問題。對於盤式耕作機具，如果滲透是個問題，站在機具上增加重量，應避免。在旋轉器操作期間，應避免在附近行走。

課程主題：POST-HARVEST AND VALUE ADDITION TECHNOLOGIES FOR CEREALS, MILLETS, LEGUMES AND OILSEEDS

演講者或組織：Nachiket Kotwaliwale (CIAE)

翻譯與摘要：

穀物、小米、豆類和油籽被認為是耐用的農產品，它們總是在經過某種加工後被食用。與園藝或動物性食品等易腐產品相比，穀物、小米、豆類和油籽的儲存時間更長，損失程度較低。然而，由於這些是主食的主要

成分，它們生產和處理大量的，因此較小的損失部分也等於巨大的監測損失。農民往往得不到足夠的報酬，他們的作物，儘管豐收，這導致困境出售和/或定量/品質損失。在印度這樣的國家，收穫後每年的損失約為 140 億美元。儘管我們的農業社區辛辛苦苦，但少數和邊緣部分的農民無法從經濟增長中獲得真正的利益，因為生產區附近沒有足夠的儲存基礎設施，難以獲得下去。除了在各種收穫後單元操作中，許多二級產品與主要產品一起生成。這些二級產品的某些部分沒有用於任何商業用途，因此被視為廢物。此外，由於這些二級產品沒有商業價值，有時會不小心處理，因此可能造成環境危害。賦予這些被稱為"廢物"的恐嚇產品商業價值可能是問題的答案。這種"廢物"可能有兩種產品;增值產品(可食用、藥用、工業)或能源或兩者。

增加水的滲透，通過雜草控制減少蒸發蒸騰，減少土壤水分流失，通過提供土壤覆蓋，減少下層土壤水分蒸發，切口或缺口圓盤具有較大的切割表面，可有效切割作物殘留物並滲入堅硬乾燥的土壤中，普通圓盤切割成農作物殘渣的效率較低，但產生更好的混合作用。處理操作通常分為三類;初級加工、二次加工和三級加工。初級加工產品的形式不變，初級加工下的操作可以是清洗、分級、洗滌、包裝、儲存、運輸等。銑削、切割、乾燥、制漿等操作被視為二次加工操作，產品形態發生變化，產品更可消費。三級處理操作通常在農場外執行，並產生可準備消費的精製產品。在各類加工中，主要目的是延長產品的保質期，使其更加方便消費者，保留主要成分/營養成分，減少損失，從而增加可觀的附加值。農場初級加工具有防止損失、保持品質、通過清洗/分級增加價值、延長保質期、減少運輸量、在田間保留生物殘留物等優點，而無需使用非常高科技機械。它還能夠向二級和第三產業提供高品質的原材料，並有助於減少供應商和消費者的損失。產品價值、營養價值、地點價值、品質價值、量子價值、欲望價值、便利價值等，都涉及到多方面。消費者被吸引，並準備支付更高的價格的產品，是更有吸引力的，有專家建議，有可靠的生產來源，看似純淨，

易於消費，易於處理等。

在博帕爾國際開發中心-CIAE 開發了各種設備和機器以及相關的技術協定，可適用於許多發展中國家的農民/企業家。這些技術開闢了兩個主要的創業途徑；農產品加工企業家和機械製造商。農產品加工到優質生產產品，必須保證所用機器的品質，符合品質和安全標準，確保維修保養設施，給使用者適當的技術使用培訓。農村地區的農業產業正成為規劃人員、金融機構、農村發展機構和研發機構關注的焦點。這些產業通過初級和二級加工和利用農業廢物/殘留物/副產品作為食品、飼料、燃料和其他工業產品的農產品增值活動，可以帶來巨大的變化。農村經濟。這些農產品加工企業，最好是小規模或家庭間，不需要巨大的資本需求。已經提供了一些低/中等容量和低成本的可銀行技術，可用於穀物、豆類、油籽、香料、園藝/種植作物和動物產品的農產品加工活動。具有適當容量和效率的小型機械現在可供農民使用。這些機器是：清潔劑/平地機（手/踏板/動力操作），絞車，預清潔器/分離器，乾燥器（批次，連續）；儲存結構；銑削設備、裝飾機、除殼機、珍珠機、脫殼機和殼體。農產品加工可界定為為保護和處理農產品而開展的一系列技術經濟活動，並使其可用作食品、飼料、纖維、燃料或工業原料。農產品加工部門發展得當，不僅將鼓勵農村創業，而且可以使國家成為全球一級加工食品、飼料和多種其他動植物產品的行銷和供應的主要參與者。

穀物、小米、豆類和油籽是人類飲食的重要組成部分，在食用前需要某種加工。過去在家庭一級進行的一些加工操作現在可以在小規模工業層面上進行，這需要具有更高容量和適當效率的機器。初級加工是可以在農民場所進行的最重要活動之一，不僅可以挽回損失，而且可以為農民提供額外收入，並確保二級和三級加工的優質產品供應。ICAR-CIAE、博帕爾公司開發了各種機器和工藝，AARDO 的組成國可以採用這些機器和工藝。

課程主題：SMALL FARM MECHANIZATION - STATUS AND PROSPECTS IN

AFRO-ASIAN COUNTRIES

演講者或組織：C. R. Mehta (CIAE)

翻譯與摘要：

農業為大多數非洲和亞洲人民提供了就業機會，並在國內生產總值中占很大份額。儘管農業發揮著重要作用，但在大多數非洲和亞洲國家，農業基本上不發達。非洲是世界上唯一一個農業生產力自 1960 年代以來基本停滯的地區。2014 年，非洲糧食平均產量為 1.5 噸/公頃，而世界平均水準為 3.6 噸/公頃。各級農業部門的擴大潛力巨大（周，2016 年）。投入使用和機械化水準低被認為是亞洲和非洲農業發展的主要制約因素。亞洲和拉丁美洲一些發展中國家的經驗表明，農業可以轉變為進步的商業工業。對農業機械的投資使農民能夠加強生產，提高收入，提高生活品質。在印度、中國、巴西和土耳其等國，農業機械需求的迅速擴張刺激了當地機械製造業的增長。這些國家現在是農業機械出口的主要生產國和世界領導者（糧農組織/工發組織，2008 年）。如果農民能夠通過更大的機械化加強其活動，非洲也可能發生同樣的發展。這將導致增加投入使用、提高糧食生產、加強糧食安全和減少對進口的依賴。然而，全球農業機械的使用仍然有很大差異。聯合國工業發展辦公室（工發組織）界定了 12 種不同級別的農業機械化：機械化水準最高（9-12 級），通常在美國和西歐國家可以找到。相比之下，許多發展中國家，特別是非洲，機械化水準極低，非洲仍然是機械化最具挑戰性的地區。在這裡，平均機械化水準從 5（摩洛哥）、4（博茨瓦納）到喀麥隆只有 1（Büttlinger 等人，2013 年）。在撒哈拉以南非洲，土地生產力是世界上最底的，農業機械化近年來要麼停滯不前，要麼倒退。在 SSA 國家/地區：

1. 超過 60% 的農業權力仍然由人們的肌肉提供，大部分來自婦女、老人和兒童
2. 只有 25% 的農場電力是由生畜提供的
3. 不到 20% 的機械化服務由發動機動力提供

農機已經徹底改變了農業，今天還在繼續。農業全要素生產率（TFP）的一些最大增長是由於農業機械的引進而實現的。農業機械化是提高農場經營效率和生產力不可或缺的核心支柱。簡而言之，如果沒有先進的機械解決方案，現代農業是不可能的。世界許多地區廣泛分散和分散的土地需要加以鞏固，以從農業機械化中獲益。需要在印度創新定制服務或租賃模式，將高成本的農業機械（如聯合收割機、甘蔗收割機、采棉機、馬鈴薯聯合收割機、水稻移栽機、鐮射引導式土地平地機）制度化，旋轉器、硬地機（多作物和水稻）等，以降低運營成本，可在主要生產中心的私人企業或國家或中央組織採用。農機庫可以建立，用於該國其他地方生產的機器，在定制雇用的基礎上在機械化低的地區供應。私營部門需要發揮主導作用，與公共部門聯手，使創新農業機械商業化，以降低生產成本，增加農民收入。

在發展中國家，特別是非洲和亞洲，機械化仍然是農業和農村發展政策中一些被忽視的因素。過去幾年來，非洲在增加機器數量和市場擴張方面，農業機械化進展有限。儘管如此，對未來的預測在結構上是積極的。發達國家和印度目前農業機械化的趨勢是，大容量機器用於定制雇用和合同實地作業。水稻、甘蔗、棉花、馬鈴薯和園藝作物的機械化是需要給予更多關注的新興領域。向其他發展中國家出口農業設備的潛力是存在的。因此，需要確保品質。山區農業種植水果和蔬菜的巨大潛力要求開發適當的山區農業機械化技術。精密農業，提高投入使用效率，節約農業的碳固存，農業機械管理，職業健康危害和安全的農場和感應器，微處理器和電腦的應用農業是未來需要給予更多關注的領域之一。未來，農業預計將以精密和雲資料為主，並輔以智慧拖拉機、無人駕駛飛行器和無線技術等先進基礎設施。需要將這些技術簡化到初級水準，並使其具有成本效益，以實現最大的接受。

課程主題：ERGONOMICS APPROACHES FOR AGRICULTURAL MACHINES

演講者或組織：K. N. Agrawal (CIAE)

翻譯與摘要：

人機工程學（人體工程）是人與工作環境關係的科學研究。術語環境包括他的工具和材料，他的工作方式，環境條件和工作的實體環境，以及工作的組織。人體工學的重要性在工業和軍事應用中已經確立並得到認可。然而，人體工學在農業和相關活動中也同樣重要和相關。在大多數發展中國家，工人是農業使用的重要動力來源之一。他們操作各種拖拉機操作/自推進/動力操作機器。因此，在農業中，應用人體工學有助於提高工人的效率和生產力，而不會危及工人的健康和 safety。農業工人主要是農業經濟的支柱。印度農業雇用了大約 2.63 億工人，其中約 37% 是女工。他們參與不同的生產和後生產農業作業，也參與與牛/其他農場動物管理有關的活動。在印度農業中，工人要麼被用作動力來源，要麼被用作動物抽籤或動力操作/自行推進設備的操作員（作為控制者）。農業機械是一個極其多樣化的設備家族，其成員從鏟子到砂型板犁，從行走工具到拖拉機和動力操作設備，從刀到脫，從手篩到清潔平地機和同樣。

工作輸出的各個方面，包含實用、性能、結構、經濟、符合人體工程學。工作場所/設計中的人體工程學方面，包含設備/工作場所設計、體力勞動、職業健康危害、安全。安全問題，包含火、傷害-短期，長期、職業健康問題、工作壓力、熱應力（熱/冷）、滑倒、壓力系統危害、有毒排放/氣體危害。重要的人體工程學數據適合於正確的工作場所/工作設計，包含人體測量數據、肌肉力量數據、最大有氧能力、生理成本（心率、耗氧率）、姿勢、承載能力。農業工人的人體測量和強度數據，在 14618 名農業工人的 79 個身體尺寸數據和 5937 名工人的 16 個參數的強度數據，數據被用於手動工具，農用機械，拖拉機等的設計。手的偏好，大約 8% 是左撇子，在西方國家，據報導約有 10% 至 20% 的人是左撇子。

最大有氧能力-被認為是心肺健康的國際參考標準，取決於許多因素，如種族，年齡，性別，身體積累，訓練等，西方男性工人數據--3.0 至 4.5

升/分鐘，印度男性工人的 V_{O_2} 最大值為 1.5 至 2.5 l/m，印度女工的 V_{O_2} 最大值為 1.4 至 2.0 升/平方米。

可接受的工作量，需要氧氣以大約 V_{O_2} 最大值的 35% 的工作量被認為是印度工人可接受的工作負荷，男性和女性工人的工作負荷分別為 0.70 升/分鐘和 0.63 升/分鐘，該工作負荷的相應心率值約為 110 至 120 次/分。

(Saha, P. N., Datta, S. R., Banerjee, P. K. 和 Narayane, G. G. 1979。印度工人可接受的工作量。人體工程學, 22, 1059-1071)

生理成本-心率和耗氧率，主要活動的心率範圍為 75 次/分至 170 次/分，氧氣消耗速率範圍為 0.22 升/分鐘至 1.60 升/分鐘。

能量消耗，根據耗氧量數據計算執行作業的工人的能量消耗率，氧的熱值通常取為 20.93kJ/l 氧 (5kcal/l)，報告的各種農業活動的能量消耗率從 4.50 千焦/分鐘到 33.40 千焦/分鐘不等。

姿勢-良好的工作姿勢是能夠維持最小的靜態肌肉力量並且可以更有效地執行給定任務並且最少肌肉不適的姿勢。

過程中身體不適，不適是由於工作姿勢和/或由於活動所涉及的努力而對肌肉造成的過度壓力而引起的身體疼痛，有時，它也被稱為整體不適或簡單，不舒服，在許多情況下，雖然工作可能完全在生理極限內，但身體不適可能會限制工作的持續時間，這取決於其中涉及的靜態負荷成分，並且這是大多數農業活動的情況。

心理負擔，人類處理信息的能力有限，當超出系統容量時，性能會受到影響，並且情況變得容易發生。

預防意外-提供機器警衛，機器防護裝置必須滿足以下要求，提供積極的保護，在操作過程中防止所有進入危險區域，不會給操作員帶來不適或不便，不一定干擾生產，自動操作或輕鬆操作，適合工作和機器，構成內置功能，允許機器加油，檢查，調整和維修，經久耐用，耐磨，耐衝擊，耐用，耐火，耐腐蝕，本身並不構成危害，並且再次保護不可預見的條件。

健康危害，灰塵-限制：總灰塵為 10mg/m³、可吸入粉塵 5mg/m³、振動、噪聲、化學製品、熱應力。

其他危害，電氣危險、火災隱患、滑倒、壓力系統危害、有毒排放/氣體危害。

環境，工作區舒適度的最佳值，空氣溫度-20 至 25°C，相對濕度-40% 至 60%，風速-0.5 米/秒，光強度-100 至 300 勒克斯，其他參數的限制，振動-WBV 不應超過 0.6m/s²，HAV 不應超過 2.1m/s²，噪音-低於 90 分貝(A)

乘坐振動，包含有拖拉機/聯合收割機/自行式設備、拖拉機（振動由兩個源產生）、地面地形（由於拖拉機輪胎在不平坦的表面上移動）、發動機傳遞振動、拖拉機輪胎振動-2-4 Hz，高振幅、發動機振動-低振幅，高頻振動、對於騎行振動<2Hz，人體充當靜載，>2Hz 體節之間的相對運動發生，8Hz-人體上段和臀部的自然共振導致放大和更多的不適，ISO：2631 定義了人體暴露的安全限值（全身振動），然而，在 20 至 30Hz 之間，頭部的振動幅度超過肩部的振動幅度多達三倍，另一個令人不安的頻率範圍是 60 到 90Hz，其中經歷了眼球共振。根據國際標準的振動暴露極限，IS 12207（1999），農用拖拉機的腳踏（左右），方向盤和座椅（帶駕駛員座位）的機械振動（振動幅度）不應超過 100µm。

選擇改善拖拉機的騎行，合適的輪胎，前後軸的主懸架，駕駛室懸架，座椅懸掛和緩衝。

手臂傳遞振動，通過手柄/轉向傳輸，在各種現場操作期間 20 至 250 赫茲，動力耕耘機/走路式收割機/動力除草機，ISO：5349 手臂振動限制，在源頭阻尼振動，進行了許多研究，將減震器放在發動機/手柄上，以減少手上的振動。

背面傳輸振動，通過後背接觸傳輸（主要是發動機振動），在背負式背負式動力背負式噴霧器的各種操作期間，50 至 150Hz，阻尼接觸表面之間的振動。

噪聲，可聽範圍 20-20,000Hz，可聽聲壓級從聽力閾值 0dB(A) 到 130dB (A)，人耳對 2 到 5kHz 之間的聲音最敏感，較高聲壓的曝光時間會導致聽覺器官受損，印度標準 (IS12207:1999 以及 ISO 建議 ISOR-1999) 規定，持續 8 小時的暴露時，噪聲水平不應超過 90dB (A)。

農業經營中的噪聲源 (拖拉機，動力耕耘機，小型發動機，脫粒機，聯合收割機)，通過修改發動機/機器部件或修改操作員的工作地點，可以降低噪音水平，當員工的聲級超過 90dB (A) 時，應採用可行的管理或工程控制措施，個人保護設備，耳罩/耳塞。

灰塵，主要來源，耕作或種子床準備期間的土壤顆粒，脫粒時在空氣中混合的生物材料，箔條切割，銑削，風選，清潔等，問題，眼睛刺激，能見度降低，呼吸系統刺激，導致打噴嚏，噁心，長期接觸會導致慢性病。

灰塵的類型，總粉塵：它包括所有空氣中的顆粒。可吸入粉塵：它是空氣中粉塵的一小部分，它進入人體但被困在鼻子，喉嚨和上呼吸道中，該灰塵的中位空氣動力學直徑約為 $100\mu\text{m}$ ，有時，這部分再次分為可吸入的灰塵和胸部灰塵，胸部塵埃的中位空氣動力學直徑取 $10\mu\text{m}$ 。可吸入粉塵：它指的是小到足以穿透鼻子和上呼吸系統並深入肺部的塵埃顆粒，尺寸小於 $5\mu\text{m}$ 的粉塵顆粒被歸類為可吸入粉塵。

暴露限制，瑞典國家職業安全和健康委員會，這些限制 (可吸入粉塵) 為 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $5\text{mg}/\text{m}^3$ ，用於普通粉塵和有機粉塵。減少稻米工人的粉塵暴露，阿薩姆邦有超過 5500 家碾米廠 (1300 現代和 4200 傳統)，在進料和篩分部分，拋光部分和包裝部分的碾米機中的總粉塵濃度分別為 80、59 和 $49\text{mg}/\text{m}^3$ ，其中，可吸入粉塵濃度為 9-11 毫克/立方米，可吸入粉塵濃度的最大允許限值為 $5\text{mg}/\text{m}^3$ ，總粉塵為 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 空氣，NERIST 中心在阿薩姆邦的一家碾米廠開發並安裝了一個集塵系統，通過在進料和篩分部分產生氣流來阻止灰塵。

排放，排放物由 CO，CO₂，NO_x，So_x 組成，一氧化碳 (CO) 與血流中

的血紅蛋白反應形成碳-血紅蛋白，可能引起頭痛，噁心，虛弱和頭暈，肺部的諾克斯硝酸會引起急性刺激和組織損傷，瑞典國家職業安全和健康委員會對於駕駛室環境分別為一氧化碳，甲醛，二氧化氮和一氧化氮分別為35ppm，0.5ppm，2ppm和25ppm。

化學暴露，植物保護設備，工人接觸農藥/其他化學品有機磷酸鹽氯化物，農業為基礎的工業。腰果加工-中樞神經系統液體，短期接觸會導致頭痛，噁心，嘔吐，虛弱和頭暈，皮膚灼傷，長期接觸-鼻炎，Asthama，癌症（皮膚/肺部），典型的噴灑套件包括護目鏡，一副手套，圍裙和麵罩或呼吸器。

接觸操作員，基於從織物中回收，選擇織物用於內部和外部劑量計，並且專門從磨機中採購，選定面料規格：對於襯衫：100%純棉洗淨和漂白面料，重量-143 克/平方英尺 m，每英寸的末端和鎊-107.73，耐氣流性-0.355kPa.sec/m。對褲子：100%純棉洗淨和漂白面料，WT-235 克/平方米，耐空氣流動性-0.480kPasec/m，在 Pigeonpea（較高的高度）和克作物（低的高度）上進行了對農藥的接觸，農藥濃度 0.03% 溶液。

與工程方面相關的建議，在準備工作場所時應考慮人體工程學方面，各種原動機的旋轉部件應有適當的防護裝置，在需要時，應提供合適的人員防護設備，如圍裙，護目鏡，面罩等，電動機的安裝需要以適當的方式進行，以避免觸電事故，地板應防滑，以避免滑倒/跌落事故，危險的機器應該圍欄。

與執法方面有關的建議，我們有 1948 年的工廠法案，涉及工作中的健康和 safety，該法案涵蓋以下領域：檢查程序、工作中的環境條件、機器安全、消防安全、福利設施、工作時間、僱用年輕人，殘疾人，兒童和婦女、葉子和工資、處罰和程序。

與教育方面有關的建議，應為監督人員組織培訓課程，需要準備和更廣泛地傳播用於正確和安全使用各種機器的擴展傳單/宣傳材料，應告訴工

人如何盡量減少事故。

人體工程學的應用有助於提高工人的生產率並使機器更安全。從長遠來看，開發高效，對工人友好和安全的工具和設備將有利於國家增加生產，減少事故和最小的職業健康問題。

課程主題：ANIMAL ENERGY UTILIZATION FOR MECHANIZATION OF SMALL FARMS

演講者或組織：M. Din (CIAE)

翻譯與摘要：

在印度，85%的農民屬於小和邊際類別，經營性土地的平均面積從1960-61年的2.7公頃下降到2011-2012年的1.16公頃。3540萬農場作為邊緣農場低於1公頃，其他3510萬農場為2公頃以下的小農場。因此，7050萬個農場太小，無法用大型機器進行經濟運行。此外，農場資產年復一年地變得支離破碎。此區域位於一對公牛的命令區域內。在拖拉機或自行機械無法到達的田地（丘陵地形、梯田種植、沿海、濕地和沙漠地帶），使用動物進行田間準備、播種、播種和運輸。在丘陵地區，動物也可以協助輪廓犁和梯田。動物力量仍然與小農場的機械化有關。當前，可持續農業、可持續發展、環境保護、污染防治、低能耗方法等都十分突出。在這些情況下，由於指揮區——每個季節每對動物20.0-2.5公頃，在淨面積基礎上，乾旱動物仍有可能用於農業作業，以確保實地作業的及時性。在阿聯酋的AICRP下，為耕作、播種、雜草、噴灑、挖掘作業開發了/精煉了不同的動物繪製改良機具，以便更高效地工作。輕型動物機具即楔犁、翼犁、潘特山犁、潘特寶裡納蘇達、栽培機、滾釘式水坑、一排和二排零轉鑽已發展為山地機械化。在高空，動力舵機和發動機操作機具等其他動力源不易到達。在丘陵地帶，只有動物力量才可用於農業作業。研究表明，改進的機具系統（改進的刀片式和改良的Nagpuri型鎖）比傳統的實施系統多32%的現場容量和25%的工作力節省。與刨花和人工撿垃圾相比，布洛克繪製的骨器可節省60%的運營成本。Bullock繪製的空氣霧冠噴霧器可節省

82.2% 的成本和 88.4% 的時間，用於在手動背包噴霧器上噴灑棉花和鴿子豌豆。

以動物為基礎的耕作系統的經濟性，在 CIAE Bhopal 研究的一攬子實施方法和做法中研究的公牛操作水稻（直接播種）-小麥（零耕作）系統，年生產率為 7.4 噸/公頃（大米=3.6 噸/公頃，小麥=3.8 噸/公頃）給予超過 2.04 : 1.00 的所有收益成本比率。此外，具體經營能量和生產成本分別為 1.26MJ/kg 和 2.55 Rs//kg。對於小農戶（2.0-2.5 公頃），動物養殖系統具有成本效益和節能性。

課程主題：WATER MANAGEMENT IN SMALL FARMS

演講者或組織：Ramadhar Singh (CIAE)

翻譯與摘要：

水是一種重要的資源，全世界灌溉利用淡水資源的 69%(Fry, 2005 年)。鑒於對資源的競爭加劇，以及需要提高農業生產以確保國家和全球糧食安全，顯然我們需要提高灌溉用水效率，以適應這些不斷變化的條件。自 20 世紀 90 年代以來，一種可持續利用農業資源的新管理理念——"精準農業"作為農業用水管理的新研究領域，開始受到人們極大的關注。因此，每一滴水都需要明智而有效地利用，使生產農業為人類服務。在全國 1.399 億公頃最終灌溉潛力中，2010 年（十一五）已建成 11333 萬公頃，利用 9112 萬公頃。印度政府為農業的可持續發展採取了若干步驟。根據普拉丹·曼特裡·克裡希·辛查伊·約賈納（PMKSY）的步驟，已採取措施改善灌溉機會，提高用水效率。根據印度 2014-15 年土地利用統計資料，淨灌溉面積為 6838 萬公頃。PMKSY 計畫獲得批准，5 年（2015-16 至 2019-20 年）支出 50 萬盧比。在印度，截至 2018 年 3 月，微灌（MI）覆蓋面積約為 0.923 mha。滴注覆蓋率（4.4%）和灑水器（9.20%）灌溉方法與總潛力非常微薄，估計為 21.01 mha 的滴灌和 50.22mha 的噴灌方法。

在 92%的灌溉區採用效率為 35-40%的重力流灌溉方法。迫切需要提高

用水效率，更重要的是提高水的生產率。效率提高 10%可灌溉另外 14 mha。地下水灌溉效率提高 5%，到 2025 年將減少 70%的額外地下水需求。高效地面灌溉系統的最新發展主要包括自動化精密灌溉和施肥系統以及基於 IT 的即時灌溉管理系統。精密灌溉涉及對田間變化的"差別灌溉"處理，而不是作為傳統灌溉管理的基礎的"統一灌溉"處理。在印度農業中主要採用的傳統地表灌溉方法下，用水效率很低。使用鐳射引導式土地平地機進行精確土地平地，改進傳統地表灌溉方法（邊界、盆地和溝渠）的設計，提高用水效率至關重要，需要引起更多關注。實踐證明，微灌（MI）既包括滴灌法，也包括噴灌法，是一種節水的有效方法，與傳統的地表灌溉方法相比。新興的基於電腦的 GPS 精密灌溉技術，用於自行噴頭和微型灌溉系統（MIS），將使農民能夠更精確地應用水和農用化學品，並具體用於與土壤和植物狀況相匹配，無線感應器網路提供的需求。

在印度，在四個月的季風季節，降雨量大，降雨量大。這就使得地表徑流量在短時間內達到高，因此表面排水是第一要求。灌溉農業占全球農業生產的五分之二，五分之一的種植面積因相關的內澇和土壤鹽度問題而面臨壓力。印度灌溉農業的擴大造成了兩個問題，即內澇和土壤鹽鹼化，對作物生產力產生了不利影響。在印度，沖積區約 200 萬公頃（mha）地區發生嚴重水淹鹽鹼地，沿海和黑棉重土（Vertisols）地區各發生 100 萬公頃以上水化鹽鹼地。地下排水（SSD）是印度相對較新的一種用於改善水淹鹽鹼灌溉土地的有效技術。農業土地排水一直是印度農業中一項重要但被忽視的活動。人工排澇以開墾水淹和鹽鹼地，是維持生產力水準的迫切需要。水淹沖積和重土 SSD 技術田間研究，使作物強度、作物產量和農民收入分別提高了 40-50%、50-120%和 200-300%。

作物用水需求評估

為了最大限度地利用現有的供水，灌溉者必須瞭解作物的季節性用水總需求，以及生長季節的用水量如何變化。瞭解土壤物理特性，如飽和液壓電導率、基本滲透率、孔隙度、表觀體積密度、場容量（FC）、永久枯

萎點 (PWP) 和地表地形，對於選擇和設計適當的灌溉系統。FC 和 PWP 之間的差異稱為可用水 (AW)，可以使用以下功能進行估算：

$$AW = \frac{(FCv - PWPv) * Dr}{100} \quad (1)$$

其中，FCv 和 PWPv 分別是體積場容量和永久枯萎點，Dr 是根區深度，AW 是植物可用水的深度。AW 的一部分，稱為即發水 (RAW) 的範圍從 40 到 60%。通過灌溉水積累到土壤中的多餘鹽，應通過浸出過程從土壤根區深度清除。灌溉需求 (IR) 是生長期間必須應用於不受水、肥料、鹽度或疾病限制的作物的總水量。

$$IR = [(ET - Pe)(1 + LR)] \quad (2)$$

其中，IR 是季節性灌溉要求，ET 是季節性蒸吸，LR 是浸出要求，Pe 是有效的降雨，Ea 是應用效率 (分段)。

灌溉計畫

利用精密農業技術進行灌溉用水管理/調度，稱為精確灌溉(PI)。PI 是在正確的時間以正確的量在正確的位置應用水。PI 尚處於開發階段，需要大量的實驗工作來確定其可行性和適用性。灌溉調度需要知道何時灌溉以及需要灌溉多少水。何時應用可以根據植物或土壤指標或水準衡技術來確定。根據土壤水測量或水準衡技術，可應用多少水？水準衡技術可用於獲取根區估計水的記錄。當水耗竭達到稱為管理允許耗竭 (MAD) 的水準時，將安排灌溉。如果 ET 的估計值可用，則可以根據以下等式計算土壤水分平衡：

$$Di = Di-1 + (ET - Pe) i \quad (3)$$

其中，Di-1 是分別在天 i 和 i-1 結束時從土壤根區去除的總水深；ET 是蒸蒸天 i 和 Pe 是有效的降雨天。

土壤溼度感測

過去，採用重力測量、中子散射（中子探針）和石膏塊和張力計方法，對用於灌溉調度的土壤含水量進行原地測量和估算。這些方法有固有的缺點。土壤水分感應器測量土壤中的水分量。土壤水分感應器大致分為兩類：提供土壤含水量的感應器，以及提供土壤水分張力的感應器，例如土壤含水量的土壤水分感應器（電容、中子探頭、重力）和張力感應器土壤濕度感應器：（顆粒矩陣感應器（浮水印），張力計）。對土壤水分含量進行自動化和可靠的測量對於精確灌溉至關重要。測田間規模體積含水量（VWC）的土壤水分感應器使種植者能夠在土壤水分耗盡到定義的閾值時安排灌溉，從而改善灌溉時間和應用深度（Varble 和 Chávez, 2011）。近年來，含水量估算已取得進展，包括電磁（EM）技術，如時域反射測量（TDR）、時域透射測量（TDT）、傳輸線路振盪器（常波感應器）、阻抗和基於電容的方法。立波感應器使用振盪器生成電場，以檢測介電常數（Ka）。MP406 和 MP306 的平行針作為同軸傳輸線，用於生成信號。測量反射電信號產生的信號振幅並將其轉換為水分含量。

精確土地平整和分級

進行土地平整是為了產生一個平地，沒有任何斜坡或一個方向或兩個垂直方向的坡度。在灌溉作業中，為適當輸送灌溉用水，應給予緩坡。沿田地的坡度從 0.1%到 0.3%不等，寬度從 0.1%到 0.5%不等，具體取決於土壤類型。土地平整和分級設備包括推土機/反鏟推土機、拖拉機操作的推土機附件等。精確土地平整的好處包括：更平整、光滑表面、減少灌溉田地所需的水量（15-20%）、更均勻的水分佈、更均勻的水分環境和提高作物產量（10-20%）。精密土地平整設備包括梯田葉片和鐳射引導土地平地器。

使用鐳射引導土地平地器進行精確平定

鐳射系統由鐳射發射機、安裝在電動/手動桅杆上的鐳射接收器、控制箱組成。安裝在水準器的液平器和外部液壓系統上的電動/手動桅杆。鐳射制導水準系統利用鐳射控制水準葉片的切割深度以及液壓和電子控制電路。鐳射系統由鐳射發射機和鐳射接收器組成。鐳射發射機在磁場上方產

生雷射光束平面。這種雷射光束平面提供了一個穩定和準確的參考，從中創建了水準或分級場。某些鐳射發射器僅用於在水準平面上提供鐳射。鐳射接收器檢測發射機生成的鐳射平面，並向控制單元發送信號，控制單元反過來通過雙作用液壓缸驅動電磁閥調節流體流動。相對於鐳射接收器安裝的調平器刀片根據液壓流量方向驅動，從而控制切割深度，即升高或降低。控制單元通常有手動和自動兩個選項。

灌溉系統與技術

根據用水方法，灌溉系統大致可分為四類，即分灌、地面灌溉、噴灌和微灌（滴灌或滴灌）系統。在分灌溉系統中，水通過開發或維持地下水位，使水通過毛細管作用向上移動，從而在土壤表面以下應用水。這與受控的地下排水基本相同。在地表灌溉系統中，地表被水淹沒。地面灌溉系統包括邊界、溝渠和盆地灌溉系統。噴灌系統提供相當均勻的水應用。在微灌溉系統（MIS）下，水以極低的速率施用，通常通過使用專門設計的發射器或多孔管在單個植物中。

邊界灌溉系統

灌溉的邊界方法利用平行的山脊來引導一片流動的水，當它沿著斜坡移動時。土地被分割成若干長平行的帶狀，稱為邊界，由低山脊隔開。邊界地帶很少或沒有橫坡，但在灌溉方向上有一個均勻的緩坡。邊界方法適用於大多數土壤，其中深度和地形允許以合理的成本對所需土地進行平地，並且不會永久降低土壤生產力。該方法適用於灌溉所有近親生長作物。邊界長度從 50 湯姆 75 米不等，邊界寬度通常從 3 米到 5 米不等，這取決於可用的灌溉流的大小和適用的土地平度。

檢查灌溉系統

檢查流域灌溉是所有灌溉方法中最簡單的方法。在形成盆地的區域周圍建造外灘或山脊，在這些地區可以控制灌溉用水。水盆被填充到所需的深度，水被保留，直到它滲透到土壤中。水通過供應通道和橫向場道系統

輸送到現場。檢查盆地的大小可能從 1.0 平方米到 0.1 公頃不等。對於果園，採用盆灌環法。

溝灌系統

溝灌系統適合所有種植成排的栽培作物，包括蔬菜。它適用於受池塘地表水傷害的作物和大多數土壤，但滲透率非常高的土壤除外。該方法的局限性包括要求土地分級適當，不適合滲透率非常高的土壤。灌溉 60 米溝長所需的時間如下：

Pump-se t	Discharg e Q, lps	No. of furro w	Strea m size per furro w	Depth of application , cm	Time of application, (minute s)
3 hp	10	4	2.5	9	25-30
3-5 hp	12	5	2.4	9	25-30
5 hp	15	6	2.5	9	25-30

噴灌系統(SIS)

此方法的水通過噴嘴或孔從管道中發生的壓力中噴出。噴灌系統適用於下列一種或多種情況：(a) 地形起伏的淺土，(b) 滲透率高的土壤和 (c) 工作力稀少、未經培訓且成本高昂（節省 60%至 75%的工作力）。SIS 的不利條件包括高風和溫度條件、高鹽水、不規則的電力供應（需要 10-12 小時供電）和發達地區。基本上有兩種類型的 SIS，即穿孔管道系統和旋轉頭系統。自走式灌溉系統包括使用長、單管側向圍繞中心點移動的軸線，以及以直線移動的線性移動噴灌系統。當它們穿過田野時，這些系統使用小型灑水器、噴霧器或泡泡機在植物樹冠上方或樹冠上施用水。名義上，無論地形、土壤類型或植物差異如何，水都均勻地施用。這些系統最適合低生長作物，如蔬菜、小穀物、大米、大豆和甜菜以及玉米和甘蔗等高作物。自走式灌溉系統用水應用的一種高效變化稱為低能耗精密應用或 LEPA。水實際上在工廠行之間的地面應用（例如，每行）。水從應用裝置中

冒泡進入溝渠，有人稱這種技術為"旅行滴"。

微灌系統

微灌 (MI) 是在低壓下離散位置的緩慢水應用速度，包括滴灌或表面滴灌、地下滴灌、微型灑水器和泡泡機。在過去三十年中，它取得了巨大的進步，並已成為節水和最佳植物回應高效灌溉實踐的現代標準。這些系統在地面或地下鋪設了小直徑的管道，小型水應用裝置在低壓下直接將水（通常是滴水或非常小的水流）施加到工廠。這些系統對間隔廣泛的園藝作物和高價值蔬菜作物（例如，在控制雜草、儘量減少葉面疾病和消除土壤蒸發的塑膠覆蓋物下）特別有利。精心管理的地下（埋藏）滴灌可能為節約用水提供最大的潛力。滴灌系統 (DIS) 使大多數作物的節水超過 50%。DIS 由由橫向、子幹線和主線組成的管道網路組成。水編輯裝置，即滴灌器/微型噴水器/微型噴霧器/微型噴射器等固定到側面，向植物供水。子主系統充當控制系統，允許將所需的水速率送入每個側向。除了這些主要部件外，網路中還有許多支援部件，如泵和主移器、篩檢程式、沖洗單元、壓力調節器、壓力錶、各種管道配件、閘門、化肥罐、肥料噴射器等。DIS 在 1.0 至 1.75kg/cm² 壓力下工作，滴管的排水量為 2 至 10 升/小時。

灌溉系統自動化

基於電腦的控制系統由硬體和軟體的組合組成，這些硬體和軟體充當主管，目的是管理灌溉和其他相關做法，如施肥和維護。這是通過使用閉合控制迴圈來完成的。閉合控制迴圈包括：a) 監視狀態變數，b) 將狀態變數與其所需或目標狀態進行比較，c) 決定更改系統狀態所需的操作，以及 d) 執行必要的操作。執行這些功能需要為每個特定應用程式實現硬體和軟體的組合。利用綜合衛星、航空和田間植物和土壤感應器系統遙感植物和土壤狀況，可以提供有關植物和土壤養分和水狀況的資訊。即時的灌溉調度可以非常有效地改善水管理，而基於農場級微氣候和土壤水感應器站的分散式網路。基於電腦的灌溉控制和無線遙測系統在精密灌溉中起著重要的作用。用於灌溉調度的主要 DSS 有：GISAREG- 基於 GIS 的灌溉調

度類比模型;AFSIRS 作物用水類比模型;灌溉調度決策支援系統 (DESSIS) 和農業技術轉讓決策支援系統 (DSSAT)。

用於精密灌溉調度的物聯網和無線土壤水分感應器網路 (WSN)

隨著微機和通信技術的進步，各種土壤感應器在灌溉工具套件中逐漸流行起來。該技術的主要賣點是遙測，它通過電腦或其他手持通信設備向灌溉管理器提供連續的近即時測量。物聯網 (IoT) 可以構成現代灌溉自動化系統架構的一個有用部分。IoT 和無線通訊可用於收集測量值，並在集中式控制和執行器之間通信，這些控制與位於現場不同部分。基於物聯網的灌溉調度是加壓灌溉領域取得重要進展的一項發展。在高級 IoT 解決方案中，控制系統本身的某些部分也可以以分散式方式實現到網路，以便形成本地控制環路。此基於 IoT 的感應器網路，它使用微控制器控制 RH、土壤濕度、感應器網路中的溫度，為微控制器提供關鍵資訊，以及打開和關閉微灌系統水閥的開關以及使用者介面和鍵盤，使用互聯網系統與微控制器進行通信。無線感應器網路 (WSN) 通常由射頻收發器、感應器、微控制器和電源組成 (Akyildiz 等人，2002 年)。在農場 CIAE 安裝了基於遙測的即時噴灌調度，使用土壤水分感應器。該網路從土壤濕度感應器 (MP406) 開始，這是一個空氣溫度感應器，組合在資料記錄器中 (智慧記錄器、SL5-1L 型號、200 通道、ICT 國際、澳大利亞)。每個區域都有一個常波土壤水分探頭 (MP406 土壤水分感應器，ICT 國際，澳大利亞)，用於測量體積土壤含水量。這些感應器連接到無線電，這些無線電被程式設計為以指定的時間間隔將資料傳回無線電基站，以接收來自週邊無線電場站的信號。

農業排水系統

排水基本上是灌溉發展方案的一個組成部分。土地排水的主要需求來自我們大多數常見的作物是嗜血型作物，這意味著它們一般在積水條件下不會生長良好。由於內澇和鹽度問題，大片地區已經退化，特別是在印度西北部的灌溉沖積區。排水措施取決於地質水文條件;灌溉速率和頻率土壤特徵、氣候、耕作模式和現有排水。排水土壤的技術包括地表排水、地下

排水、摩爾排水、垂直排水和生物排水。

1. 地表排水：表面排水可描述為（ASAE，1979 年）及時從土壤表面清除多餘的水，以防止對作物造成損害，防止在土壤表面，或在農場設備越過的表面排水溝中，而不會造成土壤侵蝕。表面排水是一種合適的技術，降水產生的多餘水不能滲入土壤，通過土壤進入排水溝，或者不能在土壤表面自由移動到自然通道。地面排水系統包括寬闊的河床和溝（BBF）系統或排排排水和溝渠系統。平行溝渠系統是機械化農業中最有效的地面排水系統。
2. 地下排水：地下排水（SSD）是及時清除多餘的土壤水，以防止由於地下水位高而對作物造成損害。地下場排水口可以是開放溝渠或管道排水口。管道排水管安裝在地下，深度從 1 米到 2 米不等。多餘的地下水進入穿孔場排水口，通過重力流入開或閉收集器排放口。在哈裡亞納邦，通過人工開挖溝渠和鋪設穿孔管道，嘗試了地下排水的創新技術。在鐳射操作等級控制系統的支援下，在挖溝機的進口下，地下排水專案已在 HOPP（哈裡亞納業務試點專案）下的多個區塊中承擔。拉賈斯坦邦農業排水（RAJAD）專案在尚巴爾盆地是另一個更大的專案，拉賈斯坦邦政府和加拿大政府通過加拿大國際開發署（加開發署）合作試驗地下排水先進、現代化的設備和技術專長，面積達 20,000 公頃。
3. 摩爾排水：摩爾排水是一種廉價而有效的排水方法，廣泛用於英國、北歐和紐西蘭等溫帶地區的粘土土壤。它一般局限于土壤中，粘土含量最低約為 30-35%。莫林涉及在土壤中形成一個未襯砌的管道系統，通常直徑約 75 毫米，深度為 0.5-0.7 米，間距為 3.0-4.0 米。摩爾通道是通過在所需深度處通過土壤中拉出直徑約 75 mm 的子彈形鋼塞而形成的。摩爾排水管安裝使用摩爾犁，由強大的拖拉機拉（牽引杆拉 40-60 KN）。
4. 垂直排水：在這種方法中，將鑽出管井以降低地下水位，在作物根區和含水層之間有足夠的土壤滲透性。垂直排水是有用的，如果泵送的水在

品質上適合通過直接應用或結合使用灌溉。垂直排水已廣泛用於降低地下水位和增加運河供應。

5. 生物排水：種植高耗水樹木以抽取地下水，稱為生物排水。建議採用耐受作物、接近作物用水要求的限制性運河供應、減少水量、應用石膏、切換到滴灌以避免直接接觸鹽和修改種植表面結構。

課程主題：MICRO IRRIGATION SYSTEMS AND PROTECTED CULTIVATION

演講者或組織：K. V. Ramana Rao (CIAE)

翻譯與摘要：

微灌是一種通過由電源、次級和側向組成的低壓管網，通過常有間隔的發射器或灑水器，將均勻和精確水量的水量施加到植物根區的方法。在這個系統中，水一滴滴地施加在土壤表面或其下面（地下），其滲透率低於土壤的滲透率。因此，土壤水分含量始終保持在土壤的"田間容量"，因此作物以更快的速度持續和均勻地生長。微灌可以在各種土地上採用，這通常不能通過洪水灌溉方法實現。例如，微灌可以有效地用於起伏的地形、滾動地形、丘陵地區、貧瘠的土地和土壤淺的地區。

微灌系統的分類可以有多种方式。然而，它一般分為兩類：（一）滴灌和（二）噴灌。

滴灌被描述為頻繁、緩慢地將水通過位於輸送線沿線選定點的稱為發射器或施用器的機械設備在土壤中應用。排放器通過孔、渦流和曲折或長流路徑來消散分配系統的壓力，從而允許有限的水排放。大多數發射器被放置在地面上，但它們也可以被掩埋。排放的水主要通過不飽和流動在土壤系統內流動。廣泛間隔發射體的濕潤土壤面積通常呈橢圓形。基於橫向放置的滴灌系統可分為以下類別：

1. 表面滴灌：典型的地面滴灌系統由泵廠、壓力調節、過濾系統和分配系統組成，分為向滴管輸送水的區域。表面滴灌系統設計的一個主要考慮

因素是滴管橫向間距。行裁剪生產的典型橫向間距適用於 (i) 每行或 (ii) 備選行中間。對於排作物作業，滴灌發射器通常嵌入滴管中。滴管上的發射器間距各不相同，但通常間隔為 12 到 24 英寸。發射器間距由欄位長度、欄位/區域大小或水容量的一個或多個組合確定。

2. 地下滴灌：地下滴灌是通過埋有嵌入的塑膠管灌溉作物，其內嵌的發射器位於固定間距。使用的配置和設備多種多樣，但滴管通常相距 38" 到 84" (134 至 213 釐米)，在土壤表面以下 6 到 10 英寸 (15 至 25 釐米)。地下滴灌為開田農業提供了極致的用水效率，與洪水灌溉相比，通常可節水 25-50%。
3. 根據對作物的效用/應用，滴灌可分為：線上滴灌系統：在此系統中，排放器/滴灌器在設計間距處的側向上固定。因此，在堵塞的情況下，滴管可用於檢查和清潔。滴灌間隔可以在將來隨時更改，以覆蓋植物隨其老化而增加的根區。線上滴灌系統廣泛用於果園有大型植物間距像，芒果，椰子，柑橘，柳丁，檸檬，香蕉，葡萄，石榴，木瓜，薩波塔，瓜瓦，阿姆拉等。
4. 內聯滴灌系統：在此系統中，滴管在製造時固定在側管中，以不同的間距滿足不同作物的要求。它對於棉花、甘蔗、花生、蔬菜和花卉種植等排類作物非常有效。滴灌間隔取決於作物的用水需求和土壤的蓄水能力。安裝後，無法更改滴灌器間距。如果滴灌系統在沒有動力源的情況下運行，但利用重力，則稱為重力饋送滴灌系統。
5. 重力灌溉系統：重力滴灌利用非常低的低壓。它適合現有管道、溝渠和重力灌溉場的基礎設施。由於壓力低，系統對地面高程差異非常敏感，並採用上述條件下操作的特殊滴側。低工作壓力對重力滴灌的設計具有許多優點。

噴灌是一種與降雨相似的灌溉用水方法。水通常通過泵送管道系統進行分配。然後，它被噴到空氣中，並通過噴頭灌溉整個土壤表面，使其分

解成小水滴，落到地面。這些系統可以根據排放速率和投擲半徑分類為：i) 衝擊灑水器 ii) 微型灑水器 iii) 彈出式灑水器 v) 雨槍 v) 中心樞軸 vi) 線性移動系統。

1. 衝擊灑水器：灑水器由流出水的力量以圓形運動驅動，並且至少有一隻手臂從頭部伸出。噴水臂被彈簧反復推回水流中。手臂敲擊水流，使水流稍微定向，使灑水器周圍有一個均勻的澆水區域。推薦用於緊密間隔的田間作物油料種子、豆類、穀物、飼料作物等。
2. 微型灑水器：微型灑水器是發射器，通常稱為噴頭或噴頭。它們通過向空中拋水來操作，通常採用預定模式。噴頭是外部發射器，單獨連接到橫向管道，通常使用非常小直徑的管（微管）。噴頭可安裝在 25-30 釐米高的支撐支頭上，並連接到供應管。微型灑水系統需要更少的能量，通常工作在壓力範圍為 1-1.5 kg/cm² 和放電範圍為 40-75 lph。該系統非常適合具有淺生根模式的作物，如大蒜、洋蔥等。
3. 彈出式灑水器：每當系統啟動時，這些灑水器都會從地面升起，然後在系統關閉時縮回。彈出式灑水系統是許多不同類型的花園的理想選擇，主要用於澆灌草地，但也可用於澆灌花壇和邊界。一系列彈出式噴水器可輕鬆將耐用的微噴劑集成到小容量滴灌設計中。彈出式灑水器也是需要靈活性和易於安裝的應用的理想選擇。
4. 雨槍：也稱為噴灌，該系統用作小型噴霧或霧束，排放小於 175 升/小時，用於灌溉樹木和其他作物廣泛分離。它們主要用於果樹作物，如柑橘，芒果，芭樂，鱷梨等。它們具有小通道的直徑，因此，過濾水對於 60-80 網濾（250 至 200 微米）的要求至關重要。工作壓力在 1.5 到 2.0 kg/cm² 之間，他們的頭安裝在距地面 20-30 釐米的小塑膠楔塊（或樁）上，它們與 PE 側相連接，具有 6-8 mm 柔性塑膠進料微管 60-120 釐米長和帶刺的導線柱塞。
5. 中心樞軸：中心樞軸系統由由一系列塔支撐的單一灑水側組成。塔是自

行推進的，因此橫向圍繞灌溉區域中心的樞軸點旋轉。系統繞一個完整的圓旋轉的時間從半天到許多天不等。橫向越長，橫向行程的末端越快，結束部分灌溉的面積越大。因此，水的應用速率必須隨著與樞軸的距離而增加，以實現均勻的應用量。系統外端的高應用率可能會導致某些土壤的徑流。已開發各種灑水產品，專門用於這些機器，以更好地滿足水要求、水應用率和土壤特性。由於中心樞軸灌溉一個圓，它使欄位的角落未灌溉（除非在系統中增加了特殊設備）。中心樞軸能夠灌溉大多數田間作物，但有一個場合用於樹木和藤蔓作物。

6. 線性移動：線性移動系統與建築中的中心樞軸系統類似，只不過橫向管道的兩端都是固定的。整條線沿著垂直于橫向的方向沿著場向下移動。水輸送到持續移動的橫向是通過靈活的軟管或開放的溝渠拾取。該系統旨在灌溉常規的磁場，沒有高大的障礙物。中心樞軸和線性移動系統都能夠進行非常高效的水應用。它們需要高資本投資，但灌溉工作力要求低。

微灌系統的選擇在決定灌溉方法時需要考慮很多因素。在選擇灌溉方法時，初始開發成本和年度運營成本通常是最重要的經濟因素。農民或土地擁有人應瞭解土壤條件、地形、田地大小和形狀、耕作系統和工作力供應情況。在一些地方，沒有可靠的電力供應。除非以合理的成本提供能源，否則加壓灌溉可能並不可行。需要灌溉者操作和維護微灌系統的高度技能。由於系統選擇主要取決於作物類型、作物系統的技術經濟可行性、水供應/約束條件、土壤和水質等，因此，農民對系統的承受能力應給予應有的重視。考慮。系統的最終選擇不應基於一種作物，而應基於農民應遵循的種植模式。人們總是傾向於，在一個制度下，農民應該能夠灌溉這些田地裡生長的所有作物。

肆、心得與建議

- 一、參與亞非農村發展組織在印度農業工程中央研究院舉辦「加強農業部門生產力及獲利之農業工程技術訓練」國際訓練課程，對於印度在農業機械、再生能源、加工食品、農業技術、防制蟲害、職災防護、灌溉排水、儲存技術等方面的技術，有進一步瞭解。
- 二、課程安排採上午時段授課方式教學，下午課程部分為農業機械實際操作及相關案例參訪，且主辦單位對於學員的問題均非常重視，盡力讓參加學員能獲得解答，讓學員更容易認知及吸收相關知識學能。
- 三、印度為世界人口第二大國，為滿足 12 億人口糧食，必須提升農作生產效率，因此致力發展各式各樣農業機械，另考量該國國民所得不高，相關農機成本負擔無法讓大部分農民負擔，爰印度政府規劃補助及貸款方案，讓部分農民得以購買，並透過輔導方式安排取得農機之農民提供機具協助當地其他農民，形成互助協力團體，提升區域生產效率，創造多贏局面，此一模式值得借鏡。



